ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ОБОРУДОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ И АППАРАТУРА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ

ОСТ 4Г 0.012.204-85

Издание официальное

Проверен в 1990 г.
Срок действия продлен до 01.07.93

1985

УДК 658.27-192 Группа Т5I

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ОБОРУДОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЕ И АППАРАТУРА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
Методы оценки надежности

ОКСТУ 6860

ОСТ 4Г 0.0I2.204-85
Взамен ОСТ 4Г 0.0I2.204, редакция I-77

Директивным письмом организации от II.06.85 № 0I7-I07/К/I968 срок действия установлен с 0I.07.86 до 0I.07.9I.

Настоящий стандарт распространяется на специальное технологическое оборудование (СТО) и технологическую контрольно-измерительную аппаратуру (КИА), разрабатываемые и изготавливаемые по ОСТ 4Г 0.059.200-84, ~~ОСТ 4Г 0.059.298-81,~~ ОСТ 4Г 0.068.003-84. (1)

Настоящий стандарт устанавливает:

формирование требований по надежности в техническом задании на разработку СТО и КИА;

ориентировочную расчетную оценку возможности выполнения заданных по надежности требований при выбранном схемно-конструктивном решении;

уточненную расчетную оценку надежности разработанных СТО и КИА;

экспериментальное определение количественных значений показателей надежности;

экспериментальное подтверждение соответствия заданных требований по надежности;

систему сбора и обработки информации о надежности СТО и КИА.

Термины и определения, используемые в стандарте, соответствуют ГОСТ 27.002-~~83~~,89.

Издание официальное

ГР 8360827 от I0.I0.85

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Оценка надежности проводится с целью обеспечения надежности вновь разрабатываемых СТО и КИА, а также подтверждения заданного уровня надежности действующих СТО и КИА.

I.2. Для оценки надежности на всех стадиях разработки и изготовления необходимо проводить комплекс работ в соответствии с разработанной программой обеспечения надежности (ПОН).

I.3. При формировании требований по надежности предусматривается установление номенклатуры показателей надежности, их количественного значения в соответствии с требованиями настоящего стандарта и последующую запись в техническое задание.

Форма записи требований по надежности в техническом задании в соответствии с ОСТ 4Г 0.005.233-80 приведена в обязательном приложении I.

I.4. СТО и КИА являются ремонтируемыми объектами, эксплуатируемыми до предельного состояния.

I.5. Результаты оценки надежности СТО и КИА используют для:

выбора оптимального варианта проектируемых СТО и КИА;

нормирования показателей надежности;

выявления факторов, приводящих к отказам, и определения эффективности мероприятий по повышению надежности, методов эксплуатации, обслуживания и ремонта.

2. ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПО НАДЕЖНОСТИ

2.I. Выбор и нормирование показателей надежности проводятся в соответствии с требованиями ~~ГОСТ 27.003-83~~. РД 50-650-87

Номенклатура показателей надежности для конкретных СТО и КИА приведена в табл. I.

2.2. Критерии отказа и предельного состояния устанавливают РД 50-650-87 ~~по ГОСТ 27.I03-83~~ в техническом задании на разработку.

2.3. Показатель сохраняемости включается в номенклатуру показателей надежности СТО и КИА по требованию заказчика.

2.4. Для многоканальных и многофункциональных СТО и КИА номенклатуру показателей надежности рекомендуется устанавливать по каждому каналу и для каждой функции в отдельности.

2.5. Значения вероятности безотказной работы СТО и КИА должны выбираться из ряда: 0,999; 0,998; 0,995; 0,990; 0,980; 0,970; 0,960; 0,950; 0,940; 0,930; 0,920; 0,9I0; 0,900; 0,890; 0,880; 0,870; 0,860; 0,850; 0,820; 0,800.

2.6. Время, на которое задается вероятность безотказной работы, должно выбираться из ряда: 8; I6; 24; 48; 72; 96; I20; I50; 200; 250; 300; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; I000; I250; I500; I750; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000; 7000; 8000; 9000; I0000 ч.

2.7. Значения средней наработки на отказ должны выбираться из ряда: 50; 75; I25; I50; I75; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; I000; I250; I500; I750; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000; 7000; 8000; 9000; I0000; I2000; I5000; 20000; 25000; 30000; 40000; 50000 ч.

Если средняя наработка на отказ задается в циклах, то ряд может быть продолжен: 75000; I00000; 200000; 500000; I000000 циклов.

2.8. Значения среднего времени восстановления работоспособного состояния должны выбираться из ряда: I0; 20; 30; 40; 50 мин; I; 2; 3; 4; 5; 6; 8; I0; I8; 24; 36; 48; 96 ч.

2.9. Значения среднего срока службы должны выбираться из ряда: 3; 4; 5; 6; 8; I0; I2; I5 лет.

2.I0. Значения среднего ресурса должны выбираться из ряда: 250; 500; I000; 2000; 4000; 8000; I0000; I6000; 25000; 40000; I00000 ч.

2.II. Значения среднего срока сохраняемости до ввода в эксплуатацию должны выбираться из ряда: 0,5; I,0; 2,0; 3,0 лет.

2.I2. Значения коэффициента готовности, коэффициента технического использования и коэффициента оперативной готовности должны выбираться из ряда: 0,999; 0995; 0,990; 0,980; 0,970; 0,960; 0,950; 0,940; 0,920; 0,900; 0,850; 0,800.

3. РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ

3.I. Основные положения

3.I.I. Расчет показателей надежности СТО и КИА производится:

на стадии формирования технического задания – приближенный расчет для задания требований по надежности в техническом задании;

Таблица I

Показатель надежности	Наименование показателя надежности	Обозначение	СТО		КИА	
			работающее в составе линии или непрерывного технологического цикла	работающее автономно, независимо от другого оборудования	имеющая два основных состояния: работоспособное и неработоспособное	имеющая два основных состояния и состояние с частичным уровнем работоспособности
Безотказность	Средняя наработка на отказ	То	+	+	+	+
	Вероятность безотказной работы	P (t)	+	−	−	+
Ремонтопригодность	Среднее время восстановления работоспособного состояния	Тв	+	+	+	+
Долговечность	Средний ресурс*	Тр	+	+	+	+
	Средний срок службы*	Тсл	+	+	+	+
Сохраняемость	Средний срок сохраняемости до ввода в эксплуатацию	Тс	+	+	+	+
Комплексные показатели	Коэффициент готовности	Кг	−	+	+	−
	Коэффициент оперативной готовности	Ког	+	−	−	+
	Коэффициент технического использования	Кти	+	+	+	+

Условные обозначения:
"+" – показатели применять;
"–" – показатели не применять.

Примечание. Для показателей долговечности следует указывать вид действия после наступления предельного состояния по ГОСТ 27.002-~~83~~ 89.

* При выборе показателей долговечности применяется только один из показателей Тр или Тсл.

на стадии эскизного проекта для предварительной (ориентировочной) оценки возможности обеспечения выполнения требований по надежности, заданных в техническом задании, при выбранном схемном решении;

на стадиях технического проекта и разработки опытного образца для уточненной оценки надежности и задания требований по надежности в технических условиях, картах технического уровня и качества продукции и технико-экономических характеристиках на СТО и КИА.

3.1.2. При расчете принимаются следующие допущения:

закон распределения вероятности безотказной работы для СТО и КИА - экспоненциальный;

структурная схема расчета надежности представляет собой последовательное соединение элементов;

потоки отказов и восстановлений - простейшие;

отказ любого элемента приводит к потере работоспособности СТО и КИА или прекращению выполнения какой-либо их функции;

интенсивности отказов однотипных элементов одинаковы;

последствия отказов устраняются путем замены отказавших элементов годными;

после технического обслуживания и замены отказавших элементов параметры СТО и КИА принимают первоначальные значения.

3.1.3. Расчеты показателей надежности приводятся для нормальных значений климатических факторов внешней среды при эксплуатации СТО и КИА, которые устанавливаются по ГОСТ 15150-69.

3.2. Приближенный расчет надежности специального технологического оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры

3.2.1. На стадии формирования технического задания на разработку СТО и КИА требования по надежности могут быть определены на основании информации по аналогам по приближенным формулам (1) - (10).

3.2.2. Средняя наработка на отказ определяется по формулам:

$$T_o = \frac{N_{ан} \cdot T_{ан}}{N}; \qquad (1)$$

$$T_o = \frac{1}{N \cdot \lambda_{ан}}, \qquad (2)$$

где T_o - средняя наработка на отказ разработки, ч;

$N_{ан}$ - количество элементов аналога, шт.;

$T_{ан}$ - средняя наработка на отказ аналога, ч;

N - предполагаемое количество элементов в разработке, шт.;

$\lambda_{ан}$ - усредненное значение интенсивности отказов элементов, 1/ч.

3.2.3. Вероятность безотказной работы определяется по формуле

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_o}}, \qquad (3)$$

где $P(t)$ - вероятность безотказной работы разработки;

t - время, на которое рассчитывается безотказная работа, ч.

3.2.4. Среднее время восстановления работоспособного состояния определяется по формуле

$$T_в = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{M} T_{в_{i\,ан}}, \qquad (4)$$

где $T_в$ - среднее время восстановления работоспособного состояния разработки, ч;

M - количество образцов аналогов, шт.;

$T_{в_{i\,ан}}$ - среднее время восстановления работоспособного состояния аналога, ч.

3.2.5. Средний ресурс определяется по формуле

$$T_р = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{M} T_{р_{i\,ан}}, \qquad (5)$$

где $T_р$ - средний ресурс разработки, ч;

$T_{р_{i\,ан}}$ - средний ресурс аналога, ч.

3.2.6. Средний срок службы определяется по формуле

$$T_{сл} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{M} T_{сл_{i\,ан}}, \qquad (6)$$

где $T_{сл}$ - средний срок службы разработки, ч;

$T_{сл_{i\,ан}}$ - средний срок службы аналога, ч.

3.2.7. Средний срок сохраняемости до ввода в эксплуатацию определяется по формуле

$$Тс = \frac{I}{M} \sum_{i=I}^{M} Тс_{i\,ан} , \qquad (7)$$

где Тс – средний срок сохраняемости разработки, год;

$Тс_{i\,ан}$ – средний срок сохраняемости аналога, год.

3.2.8. Коэффициент готовности определяется по формуле

$$Кг = \frac{То}{То + Тв} , \qquad (8)$$

где Кг – коэффициент готовности разработки.

3.2.9. Коэффициент оперативной готовности определяется по формуле

$$Ког = Кг \cdot P(t), \qquad (9)$$

где Ког – коэффициент оперативной готовности разработки.

3.2.10. Коэффициент технического использования определяется по формуле

$$Кти = \frac{То}{То + Тв + Тто_{ан} \dfrac{То}{Тп_{ан}}} , \qquad (I0)$$

где Кти – коэффициент технического использования разработки;

$Тто_{ан}$ – средняя продолжительность технического обслуживания аналога;

$Тп_{ан}$ – периодичность технического обслуживания аналога.

3.3. Предварительный расчет надежности специального технологического оборудования

3.3.1. При предварительном расчете надежности учитывается количество, типы применяемых элементов и коэффициент эксплуатации.

Расчет ведется из условия, что все элементы СТО работают одновременно.

3.3.2. Исходными данными для расчета показателей надежности являются:

техническое задание на расчет надежности;

кинематические схемы для СТО;

принципиальные электрические схемы;

критерии работоспособности;

типы и количество примененных элементов;

значения интенсивности отказов элементов.

3.3.3. Для расчета надежности необходимо:

расчленить СТО на элементы в пределах одной функции или одного канала;

составить перечень элементов с указанием значений их интенсивностей отказов;

составить структурную схему расчета надежности.

3.3.4. Средняя наработка на отказ определяется по формуле

$$То = \frac{I}{\lambda} . \qquad (II)$$

Значение интенсивности отказов λ определяется по формуле

$$\lambda = \sum_{i=I}^{K} \lambda o_i \cdot n_i \cdot Кэ , \qquad (I2)$$

где λo_i – значение интенсивности отказов элемента i-го типа для нормальных условий эксплуатации и номинальной нагрузки;

n_i – количество элементов i-го типа;

Кэ – коэффициент эксплуатации;

К – количество типов элементов.

3.3.5. Вероятность безотказной работы определяют по формуле

$$P(t) = \prod_{i=I}^{N} P_i(t), \qquad (I3)$$

где $P_i(t)$ – вероятность безотказной работы i-го элемента.

3.3.6. Среднее время восстановления работоспособного состояния определяют по формуле

$$Tв = \frac{\sum_{i=I}^{K} n_i \, Tв_i \, \lambda o_i}{\sum_{i=I}^{K} n_i \, \lambda o_i}, \qquad (I4)$$

где $Tв_i$ – среднее время восстановления работоспособного состояния СТО при отказе i – го элемента, берется по аналогам или испытаниям.

3.3.7. Средний ресурс определяют по формуле (5).

3.3.8. Средний срок службы определяют по формуле (6).

3.3.9. Средний срок сохраняемости определяют по формуле (7).

3.3.IO. Коэффициент готовности СТО, работающего в составе линий или непрерывного технологического цикла, определяется по формуле (8), значения То и Тв рассчитываются по формулам (II) и (I4).

3.3.II. Коэффициент оперативной готовности СТО, работающего автономно, независимо от другого оборудования, определяют по формуле (9), а значения Кг и P(t) рассчитываются по формулам (8) и (I3).

3.3.I2. Коэффициент технического использования определяют по формуле (IO), значения То и Тв рассчитываются по формулам (II) и (I4).

3.3.I3. Расчет показателей надежности систем автоматизированного управления и регулирования, средств информационной техники, программных и вычислительных устройств и других электрических узлов, входящих в состав СТО, производят по методике подраздела 3.5.

3.4. Уточненный расчет надежности специального технологического оборудования

3.4.I. При уточненном расчете кроме указанного в п. 3.3.I должны учитываться электрические и тепловые режимы работы, временная загрузка элементов, условия эксплуатации и, при возможности, коэффициент повышения надежности.

3.4.2. Исходными данными для расчета показателей надежности, кроме указанных в п. 3.3.2, являются:

циклограмма работы;

карты режимов работы;

значения интенсивностей отказов элементов и составных частей, учитывающие режимы и условия их эксплуатации.

3.4.3. По циклограмме функционирования СТО для каждого i – го типа элементов определяют длительность функционирования, если надежность элемента является функцией времени, или число циклов работы элемента расчета, если надежность определяется цикличностью функционирования (количеством переключений, срабатываний, перемещений и т.п.), в течение одного рабочего цикла функционирования СТО.

3.4.4. Относительное время функционирования элементов i – го типа в одном цикле, если надежность элемента есть функция времени, вычисляют по формуле

$$\tau_i = \frac{t_{p_i}}{t_ц}, \qquad (I5)$$

где τ_i – относительное время функционирования i – го элемента в одном цикле, ч;

t_{p_i} – длительность функционирования i – го элемента в одном цикле, ч;

$t_ц$ – время цикла функционирования, ч.

Если надежность элемента есть функция цикличности функционирования элемента, время функционирования вычисляют по формуле

$$\tau_i = \frac{m_i}{t_ц}, \qquad (I6)$$

где m_i – число циклов.

3.4.5. Интенсивность отказов элементов i – го типа в рабочем режиме рассчитывается по формуле

$$\lambda p_i = \lambda o_i \cdot Кр \cdot Кэ \cdot Ку, \qquad (I7)$$

где Кр – коэффициент режима (учитывает коэффициент электрической нагрузки элемента и температуру окружающей среды);

Ку – коэффициент повышения надежности (отражает предполагаемое уменьшение величины интенсивности отказов элемента в результате систематических работ, проводимых по повышению его качества и надежности).

3.4.6. При отсутствии в справочниках данных по коэффициентам режима интенсивность отказов элементов i – го типа в рабочем режиме рассчитывается по формуле

$$\lambda p_i = \lambda o_i \cdot Кэ \cdot Ку. \qquad (I8)$$

3.4.7. Интенсивность отказов элементов i - го типа, на которые отсутствуют данные по надежности, выбирается как среднее значение для группы однотипных элементов по формуле

$$\lambda p_i = \lambda o_{cr i} \cdot Кэ \cdot Ку , \qquad (I9)$$

где $\lambda o_{cr i}$ - средняя интенсивность отказов группы элементов при испытании в режиме номинальной электрической нагрузки при нормальной температуре окружающей среды.

3.4.8. Учет влияния относительного времени функционирования элементов, надежность которых зависит от этого времени, на значения интенсивностей отказов определяют по формуле

$$\lambda o_{i\tau} = \lambda o_i \cdot \tau_i . \qquad (20)$$

3.4.9. Интенсивность отказов СТО определяют по формуле

$$\lambda сто = \sum_{i=1}^{K} \lambda o_{i\tau} \cdot n_i \cdot Кэ . \qquad (2I)$$

3.4.I0. Средний срок службы определяют следующим образом: если значения срока службы не нормированы, но имеется информация об СТО - аналоге, производительность которого уступает проектируемому, то средний срок службы определяют по формуле

$$Тсл = \frac{lg\, Q\, \frac{Rn}{Ro}}{lg(I + \frac{C}{I00})} , \qquad (22)$$

где Q - коэффициент, учитывающий постепенное повышение качества материалов, совершенствование организации производства, повышение профессионально-культурного уровня персонала, обслуживающего СТО. Рекомендуется принимать значение Q равным I,I - I,3;

Rn - планируемая производительность проектируемого оборудования;

Ro - производительность оборудования-аналога;

C - планируемый средний годовой прирост производительности труда, %.

3.4.II. Определение коэффициента готовности производится по формуле (8), значения То и Тв рассчитываются по формулам (II) и (I4).

3.4.I2. Определение коэффициента оперативной готовности производится по формуле (9), значения Кг и P(t) рассчитываются по формулам (8) и (I3).

3.4.I3. Определение коэффициента технического использования производится по формуле (I0), значения То и Тв рассчитываются по формулам (II) и (I4).

3.4.I4. Показатели надежности, кроме перечисленных, определяются по формулам (5), (7), (II), (I3), (I4).

3.4.I5. Пример уточненного расчета надежности СТО на стадии технического проекта приведен в справочном приложении 2.

3.5. Предварительный расчет надежности контрольно-измерительной аппаратуры

3.5.I. Предварительный расчет надежности КИА производится по методике подраздела 3.3.

3.6. Уточненный расчет надежности контрольно-измерительной аппаратуры

3.6.I. Исходные данные для уточненного расчета показателей надежности КИА принимаются по п. 3.4.2.

3.6.2. Устанавливают для КИА, имеющей кроме двух основных состояний работоспособности, состояние с частичным уровнем работоспособности, число возможных уровней работоспособности.

3.6.3. По циклограмме функционирования КИА для каждого i - го типа элемента следует определить длительность функционирования tp_i , число циклов работы m_i элементов расчета и время цикла функционирования tц.

3.6.4. Относительное время функционирования элементов i- го типа в одном цикле τ_i вычисляют по формулам (I5) и (I6).

3.6.5. Интенсивность отказов элементов i - го типа в рабочем режиме рассчитывается по формулам (I7), (I8), (I9).

3.6.6. Суммарная интенсивность отказов в рабочем режиме блока, имеющая несколько типов элементов, определяется по формуле

$$\lambda_{бл} = \sum_{i=I}^{K} \lambda_i \cdot n_i \cdot \tau_i . \qquad (23)$$

3.6.7. Расчет значения λ_i для элементов должен производиться при одной доверительной вероятности (γ = 0,5 или γ = 0,9).

3.6.8. Перевод интенсивности отказов элементов с доверительной вероятностью γ = 0,9 на значение интенсивности отказов с доверительной вероятностью γ = 0,5 проводится по следующей формуле

$$\lambda o_{i\,(\gamma=0,5)} = \frac{\lambda o_{i\,(\gamma=0,9)} \cdot r o_{(\gamma=0,5)}}{r o_{(\gamma=0,9)}} , \qquad (24)$$

где $\lambda o_{i(\gamma=0,5)}$ – интенсивность отказов элемента при доверительной вероятности γ = 0,5;

γ – доверительная вероятность;

$\lambda o_{i(\gamma=0,9)}$ – интенсивность отказов элемента при доверительной вероятности γ = 0,9;

ro – коэффициент, по которому определяются верхние доверительные границы при односторонней доверительной вероятности γ , берется из табл. 2.

Таблица 2

γ	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
ro	3,0	2,3	I,6I	I,2	0,92	0,69

3.6.9. Перевод интенсивности отказов элементов, полученной по результатам испытаний при доверительной вероятности γ = 0,8 к расчетному значению при γ = 0,5, проводится по формуле

$$\lambda o_{i(\gamma=0,5)} = \frac{\lambda o_{i(\gamma=0,8)} \cdot r o_{(\gamma=0,5)}}{r o_{(\gamma=0,8)}} , \qquad (25)$$

где $\lambda o_{i(\gamma=0,8)}$ – интенсивность отказов элементов при доверительной вероятности γ = 0,8.

3.6.I0. Суммарную интенсивность отказов КИА в рабочем режиме с учетом циклограммы работы блоков в составе аппаратуры определяют по формуле

$$\lambda_{КИА} = \sum_{i=I}^{K} \lambda_{бл_i} \cdot \tau_{бл_i} , \qquad (26)$$

где $\lambda_{КИА}$ – интенсивность отказов КИА;

$\tau_{бл_i}$ – относительное время функционирования i – го блока КИА.

Относительное время функционирования блока КИА определяется по формуле

$$t_{бл_i} = \frac{t_{бл_i}}{tp_i} , \qquad (27)$$

где $t_{бл_i}$ – время функционирования i – го блока.

3.6.II. Среднюю наработку на отказ с учетом времени функционирования определяют по формуле

$$To = \frac{I}{\sum_{i=I}^{K} \lambda_{бл_i} \cdot \tau_{бл_i}} . \qquad (28)$$

3.6.I2. Вероятность безотказной работы определяют по формуле (I3).

3.6.I3. Среднее время восстановления работоспособного состояния КИА определяют по формуле (I4).

3.6.I4. Средний ресурс определяют по формуле (5).

3.6.I5. Средний срок службы определяют по формуле (6).

3.6.I6. Средний срок сохраняемости определяют по формуле (7).

3.6.I7. Коэффициент готовности КИА при наличии встроенного автоматического контроля определяют при следующих допущениях:

контроль работоспособности установок КИА производится системой встроенного контроля практически мгновенно;

влиянием отказов контролирующей аппаратуры пренебрегают;

восстановление работоспособности установки начинается немедленно после обнаружения отказа установки.

3.6.I8. Коэффициент готовности КИА, контролируемой полностью и непрерывно, определяют по формуле

$$K_Г = \frac{\mu}{\mu + \lambda_{КИА}} , \qquad (29)$$

где $\mu = \frac{I}{T_В}$ - интенсивность восстановления КИА, I/ч.

3.6.I9. Коэффициент готовности КИА, контролируемой через равные промежутки времени, определяют по формуле

$$K_Г = \frac{I - e^{-\lambda_{КИА} t_{пр}}}{\lambda_{КИА} \left(t_{пр} + \frac{I}{\mu} (I - e^{-\lambda_{КИА} t_{пр}} \right)} , \qquad (30)$$

где $t_{пр}$ - промежуток времени между контрольными проверками, ч.

3.6.20. Коэффициент готовности КИА, контролируемой через случайные промежутки времени, распределенные по экспоненциальному закону, определяют по формуле

$$K_Г = \frac{I}{I + \frac{\lambda_{КИА}}{\nu} + \frac{\lambda_{КИА}}{\mu}} , \qquad (3I)$$

где ν - параметр экспоненциального распределения времени между проверками, I/ч.

3.6.2I. Коэффициент готовности КИА, часть которой контролируется непрерывно, а другая часть проверяется через случайные промежутки времени, распределенные по экспоненциальному закону, определяют по формуле (32). При этом предполагается, что при обнаружении отказов в контролируемой части производится проверка и устранение отказов в остальной части КИА

$$K_Г = \frac{\mu(\lambda_К + \nu)}{(\lambda_К + \nu)(\mu + \lambda_К) + \lambda_Н (\mu + \nu + \lambda_К)}, \qquad (32)$$

где $\lambda_К$ - интенсивность отказов контролируемой части, I/ч;

$\lambda_Н = \lambda_{КИА} - \lambda_К$ - интенсивность отказов неконтролируемой части, I/ч.

3.6.22. Коэффициент готовности КИА, часть которой контролируется непрерывно, а другая (неконтролируемая) часть проверяется только при возникновении отказа в контролируемой части, определяют по формуле

$$K_Г = \frac{\mu \lambda_К}{\lambda_{КИА} (\mu + \lambda_К)} . \qquad (33)$$

3.6.23. Коэффициент оперативной готовности КИА определяют по формуле (9), значения Р (t) берется по результатам расчета по формуле (I3), а $K_Г$ определяют по формулам (29) - (33).

3.6.24. Коэффициент технического использования КИА определяют по формуле (I0), значение То определяют по формуле (II), а Тр рассчитывается по формуле (I4).

3.6.25. Пример расчета надежности КИА на стадии технического проекта приведен в справочном приложении 2.

4. ИСПЫТАНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ

4.I. Основные положения

4.I.I. По целям и задачам испытания на надежность разделяют на определительные и контрольные.

4.I.2. В составе определительных и контрольных испытаний на надежность СТО и КИА для оценки количественных показателей надежности проводят следующие виды испытаний, определяемые ПОН:

на безотказность;

на долговечность.

4.I.3. Определительные испытания на надежность проводят на опытных образцах СТО и КИА в составе предварительных и (или) приемочных испытаний предприятием-разработчиком.

Для оценки фактических значений показателей надежности СТО и КИА допускается учитывать результаты всех видов испытаний, предусмотренных ГОСТ I5.00I-73 и ОСТ 4Г 0.059.200-84 для опытных образцов.

4.I.4. Контрольные испытания на надежность проводят на серийных образцах СТО и КИА в составе периодических испытаний не реже одного раза в два-три года предприятием-изготовителем.

4.I.5. Если проведение определительных или контрольных испытаний на надежность СТО и КИА нецелесообразно по техническим или экономическим причинам, то количественную оценку показателей надежности проводят:

методом опытно-промышленной эксплуатации (ОПЭ) для опытных образцов СТО и КИА опытного производства;

методом подконтрольной эксплуатации (ПЭ) для СТО и КИА серийного производства.

Порядок постановки опытных образцов на испытания и проведение эксплуатационных испытаний - по ОСТ 4Г 0.059.200-84. Порядок постановки серийных образцов на ПЭ такой же, как и на ОПЭ.

4.I.6. Испытания на надежность проводят на образцах, прошедших предварительную проверку (приработку, приемосдаточные испытания и т.д.) в объеме, предусмотренном ОСТ 4Г 0.059.200-84 и ОСТ 4Г 0.068.003-84.

4.I.7. Контрольные испытания на надежность СТО и КИА проводят по методике, изложенной в технических условиях.

4.I.8. Определительные испытания на надежность СТО и КИА проводят по программе и методике испытаний, составленной разработчиком. Программа и методика должны учитывать специфику функционирования, конструктивные особенности, назначение и условия эксплуатации СТО и КИА.

Построение, содержание и изложение программы и методики испытаний приведены в рекомендуемом приложении 3.

4.I.9. В процессе испытаний на надежность учет наработок, повреждений и отказов проводят путем заполнения первичных форм учета лицами, ответственными за проведение испытаний.

4.I.I0. Первичными формами учета являются:

аппаратный журнал;

таблицы измерений параметров.

Результаты испытаний оформляются актом, к которому прилагаются протоколы испытаний на надежность.

Формы аппаратного журнала, таблиц измерений параметров по рекомендуемому приложению 4.

Форма акта - по ОСТ 4Г 0.059.200-84 (обязательное приложение 5).

4.2. Методы испытаний на надежность

4.2.I. Определительные испытания на безотказность проводят в соответствии с программой и методикой, с целью определения количественных значений следующих показателей надежности:

вероятности безотказной работы Р (t)

или

средней наработки на отказ То.

4.2.I.I. Метод проведения определительных испытаний на безотказность выбирают в зависимости от определяемого показателя надежности и закона распределения случайной величины.

Определение вероятности безотказной работы СТО и КИА Р(t) проводят одноступенчатым методом с ограниченной продолжительностью испытаний по плану [NU (r, T)] или [NRT] ГОСТ ~~27.002-83~~ 27.410-87 при любом законе распределения случайной величины.

4.2.I.2. Определение средней наработки на отказ То СТО и КИА проводят:

одноступенчатым методом с ограниченной продолжительностью или методом испытаний с ограниченным числом отказов по плану [NRT] или [NMT] ГОСТ ~~27.002-83~~ 27.410-87 - в случае экспоненциального распределения;

методом испытаний до отказа всех испытываемых образцов - в случае нормального распределения.

4.2.I.3. Исходными данными для планирования определительных испытаний на надежность СТО и КИА являются:

ожидаемое значение показателя надежности $R_{ож}$;

доверительная вероятность γ;

относительная доверительная ошибка δ_R ;

максимальная продолжительность одного опыта t_n ;

число опытов m или объем выборки n ;

предполагаемый закон распределения случайной величины.

4.2.I.4. Значения относительной доверительной ошибки рекомендуется выбирать для:

показателей надежности, представляющих собой вероятность возникновения событий в фиксированном интервале времени Р(t), в пределах 0,4 - 0,8;

показателей надежности, представляющих собой математическое ожидание случайной величины T_R , в пределах 0,30 - 0,45.

Доверительную вероятность γ выбирают равную 0,8.

4.2.1.5. Точечная оценка вероятности безотказной работы по результатам определительных испытаний вычисляется по формуле

$$\hat{P}(t) = 1 - \frac{r_m}{m}, \quad (34)$$

где $\hat{P}(t)$ – точечная оценка вероятности безотказной работы;

r_m – общее количество отказов за время испытаний;

m – количество опытов.

4.2.1.6. Точечная оценка наработки на отказ $\hat{T}o$ определяется по формуле

$$\hat{T}o = \frac{t_\Sigma}{r_m}, \quad (35)$$

где $\hat{T}o$ – точечная оценка наработки на отказ, ч;

t_Σ – суммарная наработка, ч.

4.2.1.7. Относительную доверительную ошибку рассчитываемого значения вероятности безотказной работы определяют по формуле

$$\delta_P = \frac{\ln P_H(t) - \ln \hat{P}(t)}{\ln \hat{P}(t)}, \quad (36)$$

где δ_P – относительная доверительная ошибка $P(t)$;

$P_H(t)$ – нижняя граница вероятности безотказной работы.

4.2.1.8. Относительную доверительную ошибку рассчитываемого значения наработки на отказ, если худшей является нижняя граница показателя, определяют по формуле

$$\delta_T = \frac{\hat{T}o - To_H}{\hat{T}o}; \quad (37)$$

или, если худшей является верхняя граница показателя, – по формуле

$$\delta_T = \frac{To_H - \hat{T}o}{\hat{T}o}, \quad (38)$$

где δ_T – относительная доверительная ошибка То;

To_H – нижнее значение наработки на отказ.

4.2.1.9. Верхние и нижние доверительные границы для показателей надежности рассчитывают по ~~ГОСТ 27.503-81~~ РД 50-690-89.

(2)

4.2.2. Контрольные испытания на безотказность проводят с целью проверки соответствия значения вероятности безотказной работы $P(t)$ или наработки на отказ То СТО и КИА требованиям технического задания или технических условий.

4.2.2.1. Испытаниям подвергают образцы СТО и КИА, прошедшие предварительную проверку в объеме подготовки к периодическим испытаниям, – по ОСТ 4Г 0.059.200-84 и ОСТ 4Г 0.068.003-84.

4.2.2.2. Исходными данными для планирования контрольных испытаний на безотказность являются:

риск изготовителя α;

риск потребителя β;

значение приемочного уровня показателя надежности R_o;

значение браковочного уровня показателя надежности R_1;

закон распределения случайной величины.

4.2.2.3. Риск изготовителя и риск потребителя при контрольных испытаниях СТО и КИА на безотказность выбирают из ряда 0,1; 0,2.

Выбор приемочного и браковочного уровней показателей безотказности – по ~~ГОСТ 13216-74~~. ГОСТ 27.410-87

4.2.2.4. Планирование контрольных испытаний СТО и КИА на безотказность при контроле вероятности безотказной работы $P(t)$ рекомендуется проводить по ~~ГОСТ 13216-74~~ ГОСТ 27.410-87.

4.2.2.5. Контрольные испытания на безотказность при контроле наработки на отказ То проводят последовательным методом по ГОСТ 27.410-~~83~~ 87.

4.2.2.6. Определение точечных оценок и доверительных границ показателей надежности проводят по формулам (34) – (38).

4.2.3. Испытания на долговечность проводят в соответствии с ПОН на опытных или серийных образцах СТО и КИА.

4.2.3.1. Испытания на долговечность проводят до наступления предельного состояния или до истечения заранее заданного срока службы.

4.2.3.2. Планирование продолжительности испытаний на долговечность проводят по ГОСТ ~~27.502-83~~ 27.410-87 для плана [NMT].

4.2.3.3. Допускается определять показатели долговечности по результатам ОПЭ и ПЭ СТО и КИА.

4.3. Методы оценки надежности специального технологического оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры в условиях эксплуатации

4.3.I. ОПЭ проводят по программе, составленной разработчиком.

4.3.I.I. Планирование времени наблюдений при проведении ОПЭ проводят по ГОСТ ~~27.502-83~~ 27.410-86 для плана испытаний [NМТ].

4.3.I.2. Программа ОПЭ должна содержать:

перечень технологических процессов и операций, выполняемых с использованием данного оборудования и указания нормативно-технической документации на эти процессы и операции;

характеристику оборудования с конкретизацией работоспособного состояния и отказа;

перечень признаков внезапных и постепенных отказов;

условия эксплуатации, режимы технического обслуживания СТО и КИА и длительность ОПЭ в соответствии с техническими условиями;

методы оценки показателей надежности;

перечень нормативно-технических документов на образец.

4.3.2. Подконтрольная эксплуатация осуществляется по договору, заключенному между предприятием-изготовителем и предприятием-потребителем.

К договору должна быть приложена программа ПЭ (в части надежности), разработанная предприятием-изготовителем и согласованная с предприятием-потребителем.

4.3.2.I. Содержание программы ПЭ должно быть аналогичным содержанию программы ОПЭ по п. 4.3.I.2 с дополнительным указанием перечня и заводских номеров СТО и КИА, проходящих ПЭ.

4.3.2.2. План испытаний методом ПЭ должен содержать порядок испытаний, необходимые количественные данные (количество образцов, продолжительность испытаний и т.п.), условия приемки СТО и КИА.

Исходные данные для планирования ПЭ в части надежности рекомендуется брать те же, что и для планирования контрольных испытаний на безотказность.

4.3.2.3. Формы и правила ведения документации в процессе ПЭ СТО и КИА по п. 4.I.I0 и рекомендуемому приложению 4.

После окончания ПЭ документация передается предприятию-изготовителю для анализа, обобщения сведений о наработке и отказах СТО и КИА и оценки их надежности.

4.4. Оценка результатов испытаний

4.4.I. СТО и КИА считают соответствующими требованиям технического задания, технических условий в части надежности, если:

показатели надежности, полученные по результатам определительных испытаний на надежность, не ниже требований, указанных в техническом задании, технических условиях;

результаты контрольных испытаний удовлетворяют условиям приемки, принятым при планировании испытаний на надежность СТО и КИА;

полученные расчетные значения показателей надежности СТО и КИА по результатам подконтрольной и опытно-промышленной эксплуатации удовлетворяют требованиям технического задания, технических условий.

5. СБОР, АНАЛИЗ, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ

5.I. Цели и задачи системы сбора и обработки информации о надежности СТО и КИА

5.I.I. Цели и задачи системы сбора и обработки информации - по ~~ГОСТ 16468-79.~~ РД 50-204-87.

5.2. Порядок сбора информации о надежности специального технологического оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры

5.2.I. Сбор информации о надежности СТО и КИА проводят:

предприятия-разработчики на этапе испытаний опытных образцов;

предприятия-изготовители на этапе испытаний на надежность изготовленных изделий;

предприятия-потребители в процессе эксплуатации, а также в период ОПЭ в соответствии с программой ОПЭ.

5.2.2. Сбор информации о надежности СТО и КИА осуществляют составлением первичных форм информации (аппаратных журналов и протоколов испытаний) и передачей обобщенной информации (сводных карточек - обязательное приложение 5) предприятию, производящему сбор информации обследованием и анкетированием.

5.2.3. Аппаратные журналы должны вестись на каждую единицу оборудования в течение всего периода эксплуатации. На основе данных аппаратных журналов составляются сводные карточки.

5.2.4. Обследование проводит предприятие, осуществляющее сбор информации путем изучения технического состояния СТО и КИА на месте их эксплуатации, анализа первичных форм учета информации и обобщения результатов обследования в формах-накопителях информации.

5.2.5. Анкетирование проводит организация, осуществляющая сбор информации направлением специальных опросных листов в эксплуатационные предприятия, которые заполняют их на основании первичных форм информации.

5.2.6. Для получения информации о надежности следует также использовать:

ремонтные и эксплуатационные документы;

акты рекламаций;

акты проведения работ по авторскому надзору;

научно-технические отчеты по результатам анализа технического состояния и надежности оборудования, находящегося в эксплуатации.

5.2.7. Сбор информации о надежности СТО и КИА при авторском надзоре проводится с учетом изучения технического состояния СТО и КИА при эксплуатации. На основе анализа первичных форм информации составляется акт, в котором приводится оценка надежности СТО и КИА.

5.3. Анализ, систематизация и обработка информации

5.3.1. Информация о надежности СТО и КИА должна соответствовать требованиям достоверности, полноты и однородности.

5.3.2. Вся информация должна подвергаться качественному и количественному анализу.

5.3.3. Количественный и качественный анализ информации включает:

отсеивание недостоверной информации;

проверку однородности информации (не допускается объединять и обрабатывать данные, полученные в существенно различных условиях);

статистическую обработку информации и определение оценок показателей надежности;

отбор массивов информации для решения задач конструктивного усовершенствования и усовершенствования технологии изготовления изделий.

5.3.4. Информацию о надежности обрабатывают дифференцированно по типам изделий, предприятиям-изготовителям, годам изготовления и режимам эксплуатации.

5.3.5. Методы оценки показателей надежности в системе сбора и обработки информации о надежности должны обеспечивать возможность определения точечных оценок показателей надежности, а также доверительных границ этих оценок.

5.3.6. Результаты оценки показателей надежности используются для установления соответствия фактических показателей надежности образцов заданным требованиям, уточнения показателей надежности, разработки рекомендаций и мероприятий по повышению надежности образцов, совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта, оптимизации состава запасных инструментов и принадлежностей.

5.3.7. Для оценки показателей надежности из массива сообщений выделяют подмассив, содержащий данные об отказах, при этом не учитывают:

зависимые отказы;

отказы, вызванные воздействием внешних факторов, не предусмотренных в технических условиях на образец;

отказы, являющиеся следствием нарушений инструкции по эксплуатации;

отказы, не влияющие на оцениваемый показатель надежности.

5.3.8. Исходные статистические данные, полученные при эксплуатации однотипных изделий, обобщают по признакам, установленным при планировании наблюдений (сходность условий эксплуатации, конструктивных особенностей, одних лет выпуска, времени начала эксплуатации и т.д.).

5.3.9. При экспоненциальном законе распределения случайной величины, характеризующей безотказность, долговечность и ремонтопригодность СТО и КИА, и при планах наблюдений [NМТ], [NRТ] по ГОСТ ~~27.502-83~~ 27.410-87 данные обобщаются суммированием.

5.3.9.1. Суммарная наработка определяется по формуле

$$t_{\Sigma} = \sum_{i} t_i \quad , \qquad (39)$$

где t_i – наработка i-го образца, ч.

5.3.9.2. Суммарное количество отказов определяется по формуле

$$r_{\Sigma} = \sum_i r_i , \tag{40}$$

где r_i – количество отказов i - го образца.

5.3.9.3. Суммарное время восстановления определяется по формуле

$$\tau_{\Sigma} = \sum_i \sum_j \tau_{ij} , \tag{41}$$

где τ_{Σ} - суммарное время восстановления однотипных образцов, ч;

τ_{ij} - время восстановления i - го образца после j - го отказа, ч.

5.3.9.4. Точечная оценка наработки на отказ определяется по формуле (35).

5.3.9.5. Точечная оценка интенсивности отказов определяется по формуле

$$\hat{\lambda} = \frac{r_{\Sigma}}{T_{\Sigma}} , \tag{42}$$

где $\hat{\lambda}$ - точечная оценка интенсивности отказов, I/ч.

5.3.9.6. Среднее время восстановления определяется по формуле

$$Т_в = \frac{\tau_{\Sigma}}{r_{\Sigma}} , \tag{43}$$

5.3.9.7. Нижняя и верхняя доверительные границы средней наработки на отказ определяются по формулам:

$$To_н = \frac{2r_{\Sigma}\ \hat{To}}{P_2\ (2\ r_{\Sigma})} = \frac{2\ r_{\Sigma}\ \hat{To}}{\chi^2_{\frac{I+j}{2}}\ (2r_{\Sigma})} ; \tag{44}$$

$$To_в = \frac{2r_{\Sigma}\ \hat{To}}{P_I\ (2\ r_{\Sigma})} = \frac{2r_{\Sigma}\ \hat{To}}{\chi^2_{\frac{I-j}{2}}\ (2\ r_{\Sigma})} , \tag{45}$$

где $To_н$ - нижняя доверительная граница средней наработки на отказ, ч;

P_I и P_2 - значения функции χ^2 - распределения, определяемые в зависимости от γ по таблице χ^2 ~~распределения ГОСТ 27.503-81;~~ (2)

$To_в$ - верхняя доверительная граница средней наработки на отказ, ч.

5.3.9.8. Точечную оценку параметра $\hat{\lambda}$ в зависимости от плана наблюдений, а также верхнюю и нижнюю доверительные границы определяют по ~~ГОСТ 11.005-74.~~ ГОСТ 27.410-87 (2)

5.3.10. Точечные оценки показателей надежности, представляющих собой возникновения событий в фиксированном интервале времени $\hat{R}$ (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности и др.) при экспериментальном методе определяются по формуле

$$\hat{R} = \frac{n_{\Sigma}}{N_{\Sigma}} , \tag{46}$$

где $N_{\Sigma} = \sum_i N_i$ - общее число попыток выполнить задачу при применении однотипных образцов в однотипных условиях за определенный период;

$n_{\Sigma} = \sum_i n_{in}$ - общее число применения образца, когда отказы не помешали выполнению задачи;

N_i - число попыток выполнения задачи i - го образца за определенный период;

n_{in} - число попыток выполнения задачи i - го образца, когда отказы не помешали выполнению задачи.

Например, оценка вероятности безотказной работы $\hat{P}(t)_n$ может быть определена по N_{Σ} проверкам при r_{Σ} отказах по формуле

$$P(t)_n = \frac{N_{\Sigma} - r_{\Sigma}}{N_{\Sigma}} = \frac{n_{\Sigma}}{N_{\Sigma}} . \tag{47}$$

5.3.11. В случаях, когда законы распределения случайных величин, характеризующих показатели надежности, отличаются от экспоненциального и при применении планов, отличных от указанных в п. 5.3.9, точечные оценки определяются по ~~ГОСТ 27.503-81.~~ Р 450-690-89 (2)

5.4. Оценка и реализация результатов сбора и обработки информации

5.4.1. СТО и КИА считают соответствующими требованиям технического задания и технических условий в части надежности, если при соблюдении требований к информации о надежности, изложенных в подразделе 5.3 , полученные расчетные значения показателей надежности не ниже указанных в техническом задании и технических условиях.

5.4.2. СТО и КИА считают не соответствующими требованиям по надежности, если показатели надежности, полученные в результате обработки информации, не удовлетворяют требованиям технического задания и технических условий.

5.4.3. При соответствии СТО и КИА требованиям по надежности сбор информации:

прекращается, если дальнейший сбор является нецелесообразным (образец дорабатывает ресурс, морально устарело, подлежит замене и т.п.);

продолжается с целью выявления мер по повышению надежности или получения необходимых данных для перспективных разработок СТО и КИА.

5.4.4. При несоответствии СТО и КИА требованиям по надежности проводят:

разработку и внедрение мероприятий по достижению заданного уровня надежности;

дополнительный сбор информации после выполнения всех мероприятий по обеспечению надежности с целью установления их эффективности.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
Обязательное

ФОРМА ЗАПИСИ ТРЕБОВАНИЙ ПО НАДЕЖНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ЗАДАНИИ

Раздел "Технические требования"

Вероятность безотказной работы Р (t) за ч наработки не менее

Вероятность безотказной работы Р (t) за суммарное время изготовления шт. деталей не менее

Средняя наработка на отказ То не менее (циклов).

Среднее время восстановления Тв не более ч.

Средний срок службы Тсл не менее лет (месяцев).

Средний ресурс Тр не менее ч.

Средний срок сохраняемости Тс не менее лет.

Коэффициент готовности Кг не менее

Коэффициент технического использования Кти не менее

Коэффициент оперативной готовности Ког не менее

Раздел "Порядок контроля и приемки"

"Значения показателей надежности ______________________
(сокращенное наименование

__________ на этапе проектирования подтверждаются расчетным методом
СТО, КИА)

в соответствии с разделом 3 ОСТ 4Г 0.012.204-85" или

"Значения показателей надежности ______________________
(сокращенное наименование

__________ на этапе проектирования подтверждаются (определяются)
СТО, КИА)

испытаниями ______________________________".
указать метод испытаний

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ НА СТАДИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Тип оборудования, подлежащего расчету надежности,- автомат формовки выводов микросхем.

Исходными данными для расчета являются:

принципиальная электрическая схема;

принципиальная кинематическая схема;

типы и количество элементов;

карты рабочих режимов;

циклограмма работы автомата;

техническое задание на расчет надежности.

Согласно техническому заданию на расчет надежности следует определить:

среднюю наработку на отказ То;

коэффициент готовности Кг;

коэффициент технического использования Кти;

средний ресурс Тр;

средний срок службы Тсл;

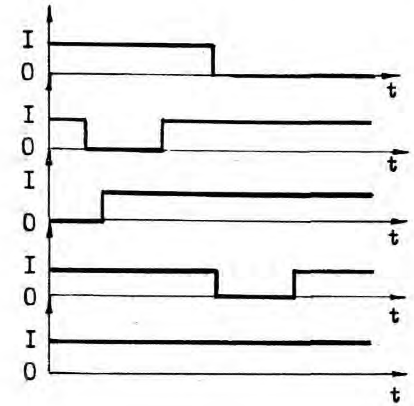
средний срок сохраняемости Тс.

По действующим информационным документам и данным службы надежности получены значения интенсивности отказов λp_i, λo_i, по аналогам определены среднее время восстановления автомата, равное 8 ч., ресурсы, сроки службы и сроки сохраняемости.

На основании циклограммы построена временная диаграмма работы автомата. По диаграмме и формуле (I5) настоящего стандарта определены значения относительного времени функционирования элементов автомата.

Значения λo_i для элементов кинематической и λp_i для электрической схемы расчета надежности приведены соответственно в табл. I и 2.

Временная диаграмма работы элементов и узлов автомата в течение одного цикла



На диаграмме состоянию I соответствует функционирование, состоянию 0 - отсутствие функционирования элементов и узлов автомата.

Структурная схема расчета надежности автомата представляет собой основное соединение элементов расчета. Расчет надежности производится для автоматического режима работы, поэтому в расчете не учитываются элементы ручной настройки.

Расчет надежности кинематической схемы проводится по методике расчета надежности оборудования по формулам (I) - (22).

Расчет надежности электрической схемы автомата проводится по методике расчета надежности КИА по формулам (5) - (7), (9) - (II), (I3) - (I9), (23) - (34).

Интенсивность отказов для элементов кинематической схемы определяется по формулам (I7) и (2I).

Интенсивность отказов для элементов электрической схемы определяется по формулам (I7) - (I9) и (23) - (27).

Интенсивность отказов для автомата в целом определяется по формуле

$$\lambda = \lambda_{\Sigma_I} + \lambda_{\Sigma_2} .$$

Средняя наработка на отказ определяется по формуле (II).

Среднее время восстановления работоспособного состояния определяется по формуле (I4).

Средний ресурс определяется по формуле (5).

Средний срок сохраняемости определяется по формуле (7).

Коэффициент готовности определяется по формуле (8).

Коэффициент технического использования определяется по формуле (I0).

Средний срок службы определяется по формуле (22).

Таблица I

Расчет надежности кинематической схемы автомата

Наименование и тип элемента	Количество элементов n_i	Интенсивность отказов при нормальных условиях $\lambda_{o_i} I0^6, \frac{I}{ч}$	Относительное время функционирования i-го элемента в одном цикле τ_i	Интенсивность отказов элементов данного типа $\lambda_{o_i} n_i \tau_i I0^6, \frac{I}{ч}$
Привод штампа	I	20,600	0,50	I0,300
Привод грейфера	I	5I,000	0,68	34,680
Грейфер	I	I7,600	0,68	II,900
Накопитель принимающий	I	I84,800	0,80	I47,840
Накопитель подающий	I	I84,800	0,89	I64,470
Штамп	I	28,I00	0,50	I4,000
Редуктор	I	4,000	I,00	4,000
Привод ременный	I	3,880	I,00	3,880
Передача цепная	I	0,600	I,00	0,600
Передача зубчатая	4	0,200	I,00	0,800
Колесо зубчатое коническое	8	0,025	I,00	0,025
Вал или ось	2I	0,350	I,00	7,350

Продолжение табл. I

Наименование и тип элемента	Количество элементов n_i	Интенсивность отказов при нормальных условиях $\lambda_{o_i} I0^6, \frac{I}{ч}$	Относительное время функционирования i-го элемента в одном цикле τ_i	Интенсивность отказов элементов данного типа $\lambda_{o_i} n_i \tau_i I0^6, \frac{I}{ч}$
Муфта сцепления	3	I,690	I,00	5,340
Кулачок	3	0,020	I,00	0,060
Ролик	3	0,600	I,00	I,800
Передача кулачковая	3	0,I90	I,00	0,570
Подшипник качения	I0	0,650	I,00	6,500
Подшипник скольжения (втулка)	32	0,220	I,00	7,040
Элементы корпуса	27	0,200	I,00	5,400
Соединение жесткое	42	0,025	I,00	I,050
Соединение винтовое	285	0,025	I,00	5,700
Соединение болтовое	52	0,020	I,00	I,040
Соединение штифтовое	I6	I,625	I,00	25,600
Соединение шпоночное	6	I,625	I,00	9,750

$$\lambda_{\Sigma I} = 479,84 \cdot I0^{-6} \text{ I/ч}$$

Таблица 2

Расчет надежности блока (субблока) электрической схемы автомата при Т = (25 ± 10 °)С

Наименование и тип элемента	Обозначение по принципиальной схеме	Количество элементов n_i	Интенсивность отказов при нормальных условиях $\lambda_{o_i} \cdot 10^6, \frac{1}{ч}$	Коэффициент нагрузки Кн	Коэффициент режима Кр	Коэффициент эксплуатации Кэ	Коэффициент роста надежности Ку	Интенсивность отказов в рабочем режиме $\lambda_i = Кр \cdot Кэ \cdot Ку \cdot \lambda_{o_i} \cdot 10^6, \frac{1}{ч}$	Интенсивность отказов элементов данного типа $\lambda_i n_i \cdot 10^6, \frac{1}{ч}$	Примечание
Конденсатор		I	0,700	0,8	0,80	0,0I	0,9	0,005	0,005	
Автомат		I	0,I38	0,8	–	–	0,9	0,099	0,099	
Переключатель		I	0,300	0,8	–	0,40	0,9	0,086	0,086	
Микропереключатель		I	0,250	0,8	–	0,40	0,9	0,072	0,072	
Диод полупроводниковый		6	0,200	0,8	0,47	0,40	0,9	0,033	0,203	
Кнопка однополюсного вкл.-выкл.		I	0,700	0,8	–	0,40	0,9	0,20I	0,20I	
Кнопка двухполюсного включения		I	0,700	0,8	–	0,40	0,9	0,20I	0,20I	
Лампа		I	0,800	–	–	0,I5	0,9	0,I08	0,I08	
Электродвигатель		I	5,240	0,7	–	–	0,9	3,30I	3,30I	
Предохранитель		2	0,500	–	–	–	0,9	0,450	0,900	
Пускатель магнитный		I	I0,000	0,7	–	–	0,9	6,300	6,300	
Реле		5	0,300	–	–	0,02	0,9	0,005	0,027	
Трансформатор		I	I,040	0,8	–	0,I0	0,9	0,074	0,074	
Розетка		2	0,0I0	–	–	0,30	0,9	0,002	0,004	
Соединения неразъемные		288	0,004	–	–	–	0,9	0,003	I,036	
Соединения разъемные		2	0,880	–	–	0,30	0,9	0,237	0,475	
Провод		74	0,0I5	–	–	I,00	0,9	0,0I3	0,999	
Кабель		3	0,475	–	–	I,00	0,9	0,427	I,282	

$\lambda_{\Sigma_2} = 29,34 \cdot 10^{-6}$ I/ч

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

ПОСТРОЕНИЕ, СОДЕРЖАНИЕ И ИЗЛОЖЕНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ СПЕЦИАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

1. В разделе "Объект испытаний на надежность" указываются:

полное наименование СТО (КИА), их шифр (тип) и обозначение по чертежу;

количество СТО (КИА), представленных для проведения испытаний на надежность, их заводские номера;

наименование технологической операции, выполняемой на данном СТО (КИА) (если она не очевидна из наименования);

наименование, тип и обозначение изделий, подлежащих обработке на данном оборудовании;

параметры-критерии работоспособности СТО и КИА, их допустимые пределы изменения, выход за пределы которых означает отказ;

условия годности изделий, подлежащих обработке на данном СТО (допуски на размеры, требования к качеству поверхности и др.);

техническая документация для контроля годности изделий.

2. В разделе "Цель испытаний на надежность" указываются конкретные цели и задачи, которые должны быть достигнуты в процессе проведения испытаний на надежность.

3. В разделе "Общие положения" указываются:

перечень руководящих документов, на основании которых проводят испытания на надежность;

место и продолжительность проведения испытаний на надежность;

предприятия, подразделения, участвующие в испытаниях на надежность;

перечень ранее проведенных испытаний, подтверждающих состояние отработки СТО (КИА);

перечень представляемой для проведения испытаний на надежность документации.

4. В разделе "Объем испытаний на надежность" указываются:

перечень проверок;

режим испытаний на надежность;

требования к надежности;

перечень работ, проводимых после завершения испытаний на надежность, требования к ним и порядок проведения, в том числе: осмотр (без разборки или с разборкой) и описание состояния СТО и КИА;

рекомендации по их использованию после завершения испытаний на надежность.

5. В разделе "Оцениваемые показатели и расчетные соотношения" приводятся:

перечень показателей, количественно выражающих оцениваемую характеристику;

расчетные соотношения и формулы, по которым рассчитываются оцениваемые показатели с объяснением символов и коэффициентов.

6. В разделе "Условия и порядок проведения испытаний на надежность" указываются:

условия проведения испытаний на надежность;

имеющиеся ограничения в условиях проведения испытаний на надежность;

требования к техническому обслуживанию в процессе проведения испытаний на надежность и периодичность его проведения;

порядок взаимодействия предприятий, участвующих в проведении испытаний на надежность.

7. В разделе "Анализ и оценка результатов испытаний на надежность" производится анализ информации, полученной в результате испытаний на надежность, и дается оценка о степени соответствия полученных результатов заданным требованиям.

8. В разделе "Материально-техническое обеспечение испытаний на надежность" указываются конкретные виды материально-технического обеспечения с распределением задач и обязанностей предприятий, участвующих в испытаниях по видам обеспечения, а также устанавливают сроки готовности материально-технического обеспечения.

9. В разделе "Метрологическое обеспечение испытаний на надежность" приводится перечень мероприятий по метрологическому обеспечению испытаний на надежность с распределением задач и ответственности предприятий, участвующих в проведении испытаний на надежность, за выполнение соответствующих мероприятий.

10. В разделе "Отчетность" указывается:

перечень отчетных документов, которые должны оформляться в процессе проведения испытаний на надежность и по их завершению, с указанием предприятий, разрабатывающих, согласующих и утверждающих эти документы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

ФОРМЫ И ПРАВИЛА ЗАПОЛНЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ, ПОДКОНТРОЛЬНОЙ И ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. Аппаратный журнал заполняется по форме 1 в следующем порядке:

в графах 1 и 2 указываются дата и время включения и выключения СТО и КИА;

в графе 3 указывают причину выключения: окончание смены, смена условий испытаний (смена циклов), отказ и т.п.;

в графе 4 указывается наработка СТО и КИА за данное включение;

в графе 5 нумеруются отказы в порядке возникновения;

в графе 6 приводится описание отказа, его проявление при работе или проверке;

в графе 7 указывается схемное обозначение отказавшего элемента (в скобках указывают его тип) или наименование отказавшего элемента (системы, блока, узла). При замене или ремонте отказавшего элемента отсчет наработки начинают с нуля. Для неотказавших элементов отсчет наработки продолжают;

в графе 8 приводятся сведения об основной причине отказа, определенной по результатам анализа (электрическая перегрузка элементов, ошибка в конструкции, нарушение технологии изготовления и т.п.), в случае технологических и конструктивных отказов уточняют их происхождение;

в графе 9 указываются меры по устранению отказов и их причины: при изменениях схемы, конструкции или технологического процесса приводится содержание мероприятия, а также номер и дата документа, удостоверяющего внедрение мероприятия в производстве;

в графах 10 и 11 указывается время, затраченное на поиск и устранение отказов;

в графе 12 делается отметка о проведении профилактических работ по СТО и КИА, предусмотренных в технической документации, указываются дополнительные сведения;

в графе 13 указываются инициалы, фамилия и приводится подпись лица, заполняющего аппаратный журнал.

По окончании испытаний на надежность производится суммирование наработок изделия. Суммарную наработку фиксируют в графе 4.

2. Таблица измерения параметров заполняется по форме 2 следующим образом:

в графе I указывается общая наработка с начала испытаний;

в графе 2 указывается измеряемый параметр и обозначение единиц измерения;

в графе 3 записывается значение измеряемого параметра и допустимые его изменения, определяемые требованиями технических условий;

в графе 4 указывается значение измеряемого параметра, полученное в результате измерения;

в графе 5 указывают инициалы, фамилию и должность проверяющего;

в графе 6 приводится подпись проверяющего;

в графе 7 указываются дополнительные сведения, поясняющие результаты измерений.

Форма I

АППАРАТНЫЙ ЖУРНАЛ

____
наименование, тип и обозначение СТО и КИА

Заводской номер_______________

Предприятие-изготовитель_______________

Журнал начат_______________

Журнал окончен_______________

Ответственный за ведение журнала_______________
(инициалы, фамилия)

Дата и время: включения	Дата и время: выключения	Причина выключения	Наработка за данное включение, ч	Номер отказа	Проявление отказа	Место отказа	Причина отказа	Меры, принятые по устранению отказа и его причин	Время поиска отказа, ч	Время устранения отказа, ч	Отметки о проведении профилактических работ, предусмотренных в технической документации	Инициалы, фамилия и подпись заполняющего журнал	Примечание
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4

Ф о р м а 2

ТАБЛИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

____ ________________ 19__ г.

наименование, тип и обозначение СТО и КИА заводской номер

Наработка с начала испытаний, ч	Измеряемый параметр	Значение измеряемого параметра		Инициалы, фамилия и должность проверяющего	Подпись проверяющего	Примечание
		по техническим условиям	фактическое			

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Обязательное

СВОДНАЯ КАРТОЧКА (СООБЩЕНИЕ) О НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

Наименование изделия	Тип, марка	Год выпуска, заводской номер	Предприятие-изготовитель	Предприятие-потребитель	Условия эксплуатационных испытаний	Период наблюдений	Количество отказов	Отказ (деталь, сборочная единица)	Причина отказа, классификация	Время восстановления, ч		Суммарная наработка с начала эксплуатационных испытаний, ч	Средняя наработка на отказ, ч	Меры по устранению отказа	Примечание
										Отыскание отказа	Восстановление отказа				

Составил ________________ ________________ ________________

(должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

СОДЕРЖАНИЕ